

快速导航 (<https://www.pku.edu.cn>)

首页 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/index.htm>) 院内门户 (<http://portal.phy.pku.edu.cn/>) 旧网站 (<http://www2.phy.pku.edu.cn/>)

English (<http://english.phy.pku.edu.cn/>) |



科学研究

研究方向 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/yjfx.htm>)

+

重大项目 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/zdxm.htm>)

科研机构 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/kyjg1.htm>)

科研成果 (<https://www.phy.pku.edu.cn/yq20/kxyj/kycg.htm>)

韩伟课题组利用超导态实现自旋动力学的巨振荡行为

发布日期: 2021-12-03 浏览次数: 324

超导/铁磁异质结具有众多新奇的物理性质，是研究超导电性与铁磁序相互作用的理想对象之一，在超导自旋电子学和超导量子计算领域具有巨大的应用前景。值得注意的是，在超导/铁磁异质结中，由于铁磁体中费米波矢失配导致超导库珀对电子的波函数在铁磁体产生振荡行为（图A），因此基于超导/铁磁构建的磁性约瑟夫森器件是实现非常规 π 相位约瑟夫森结的有效途径，并且可以通过精准控制铁磁层的厚度，实现零相位与 π 相位约瑟夫森结的转变（图B和C）。然而，对磁性约瑟夫森结的研究迄今主要集中在电荷输运测量，其自旋相关性质尚未得以探索。

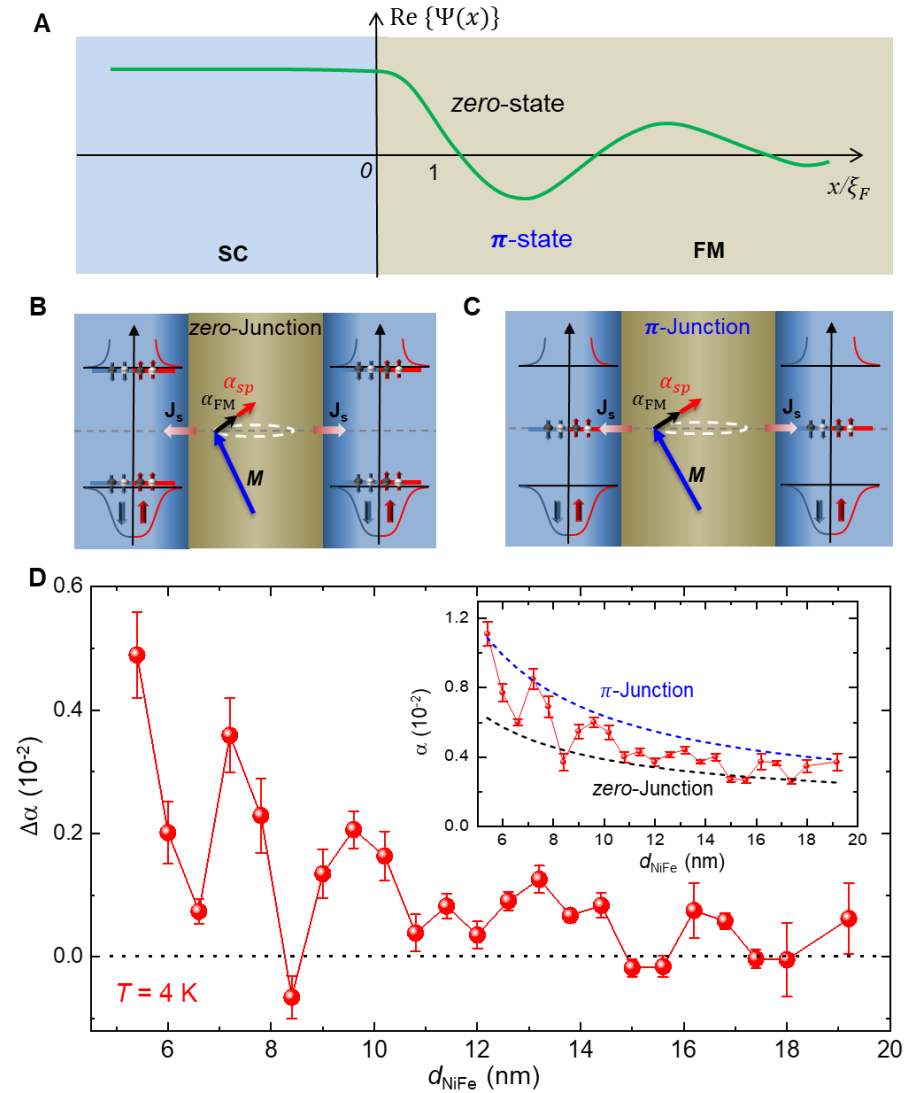


图 A. 超导/铁磁界面的库珀对波函数在铁磁层发生振荡，从而形成零相位态和 π 相位态；B和C. 自旋流注入到零相位（B）和 π 相位（C）约瑟夫森结中的安德列夫束缚态示意图；D. π 相位约瑟夫森结与零相位约瑟夫森结的自旋动力学因子随着铁磁层厚度变化发生显著振荡

为了进一步理解0- π 约瑟夫森结中的自旋相关特性，北京大学物理学院量子材料科学中心韩伟长聘副教授课题组与谢心澄院士、国际商用机器公司（IBM）Almaden研究中心See-Hun Yang研究员和德国马克斯-普朗克物质结构与动力学研究所于涛博士等合作，在铁磁约瑟夫森结中观测到自旋动力学因子随着磁性层厚度的显著振荡行为（图D）；通过实验证明与理论分析，进一步排除了超导准粒子与自旋三重态库珀对作为自旋载

体的可能性，创新性地提出安德列夫束缚态是该体系中耗散自旋流的主要载体，并证明了安德列夫束缚态对自旋的耗散能力受到 $0-\pi$ 相位约瑟夫森结转变具有巨大的调控作用。联合研究团队首次利用超导态实现了自旋动力学的巨振荡行为，为理解超导体内自旋耗散打开了全新的视角，对基于铁磁约瑟夫森结的量子器件的研发奠定了实验基础，为超导自旋电子学和超导量子计算进一步发展提供了新的实验方案；这是继RKKY (Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida) 磁交换耦合振荡效应后自旋电子学领域的一项重大突破。

2021年11月26日，相关成果以“超导体/铁磁体/超导体结中的巨大振荡吉尔伯特阻尼” (Giant oscillatory Gilbert damping in superconductor/ferromagnet/superconductor junctions) 为题，在线发表于《科学进展》 (Science Advances)；北京大学物理学院量子材料科学中心2016级博士研究生姚云焱与2017级博士研究生蔡冉冉为共同第一作者，韩伟和See-Hun Yang为共同通讯作者。

上述研究工作得到了国家自然科学基金、中国科学院战略性先导科技专项、北京市自然科学基金、国家重点研发计划，及量子物质材料协同创新中心等支持。

论文链接：<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abh3686> (<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abh3686>)

Copyright © 北京大学物理学院